

CASEI

中国特种设备检验协会标准

T/CASEI ××××-××××

现场制造压力容器监督检验

Supervision Inspection for Pressure Vessel Manufactured at Field Site

（征求意见稿）

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中国特种设备检验协会发布

T/CASEI XXXX—XXXX

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 受检单位	1
5 总则	2
6 现场制造监检的基本要求	2
6.1 质量保证体系建立及实施的审查	2
6.2 技术文件审查	3
6.3 材料及零部件监检	5
6.4 组对、装配与焊接监检	6
6.5 NDE 的监检	7
6.6 外观与几何尺寸监检	8
6.7 热处理监检	9
6.8 耐压试验与泄漏试验监检	10
6.9 竣工资料、产品铭牌、监检标志与监检证书	10
附录 A（规范性附录）标准的符合性声明	12
附录 B（资料性附录）球形储罐现场制造质量计划	13
编制说明	21

前 言

本标准按 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国特种设备检验协会团体标准管理委员会压力容器技术委员会（SC×/TC 2）提出并归口。

本标准主要起草单位：。

本标准参与起草单位：。

本标准主要起草人：。

本标准为首次发布。

现场制造压力容器监督检验

1 范围

本标准规定了现场制造压力容器监督检验的主要项目和内容。

本标准适用于《固定式压力容器安全技术监察规程》（以下简称 TSG 21）范围内现场制造压力容器的监督检验工作。

本标准不适用于超高压容器、地下储气井、非金属及非金属衬里压力容器（不包括其金属本体部分）的监督检验。

对于大型压力容器的现场组焊的监督检验，可以参照本标准执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 30583 承压设备焊后热处理规程

NB/T 47014 承压设备用焊接工艺评定

NB/T 47015 压力容器焊接规程

NB/T 47013 承压设备无损检测

TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程

3 术语和定义

TSG 21中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

现场制造压力容器 Pressure Vessel Manufactured at Field Site

现场制造压力容器是指因无法整体或分段运输，或者因项目建设需要，在设备使用现场进行制造或者分片（瓣）出厂且现场组装的球罐或其他大型压力容器。

3.2

现场组焊压力容器 Pressure Vessel with Circumferential Joint Welded at Field Site

现场组焊压力容器是指因无法整体运输，采用分段出厂的方式，在设备使用现场完成一道或几道环向接头焊接工作的大型圆筒形压力容器。

4 受检单位

除了 TSG 21, 6.1.4 所规定的外，受检单位在现场制造中还应当履行以下义务：

- a) 球形储罐的现场制造单位，应当持有A3级制造许可证。
- b) 其他压力容器的现场制造单位，应当持有A3级制造许可证；或者应当持有与现场制造的容器级别相适应的制造许可证，并且在项目开工前向现场制造所在地的特种设备安全监管部门提出申

请报告，经受理后，及时约请压力容器制造鉴定评审机构对项目施工现场生产条件和现场质保要求进行确认评审，并将鉴定评审报告报受理部门。

- c) 现场制造压力容器前，应当告知现场制造所在地的特种设备安全监管部门，并约请监检机构实施监检。

5 总则

监检的依据包括 TSG 21、设计文件及其规定的产品标准、制造技术条件（技术合同）、工艺文件、质量计划（施工组织设计或者施工方案）等。

监检机构和监检人员应当按照 TSG 21, 6.1 的规定履行职责。

监检人员通过相关技术资料和影响基本安全要求工序的审查、检查与见证，对受检单位压力容器现场制造过程及其结果是否满足 TSG 21 的基本安全要求进行符合性验证，并在监检过程中对受检单位的质量保证体系实施状况进行检查与评价。

监检工作程序包括接受约请（同时核查受检单位资质、现场制造申请和告知情况以及项目情况、生产压力容器的数量等）并签署监检工作协议、确定监检项目和类别、实施监检、监检合格后打监检钢印、出具监检证书。

监检项目分类及其确定原则按照 TSG 21, 6.1.9 的规定执行且不低于本标准的要求。

监检机构应当根据现场制造压力容器监检工作的需要，制定相关监检工作见证和存档的监检资料要求，且不低于 TSG 21, 6.1.11 的规定。

6 现场制造监检的基本要求

6.1 质量保证体系建立及实施的审查

监检人员应当审查受检单位提交的有关文件资料，审查制造现场质量保证体系的建立情况，重点内容包括：

- a) 审查现场制造项目组的质量保证体系责任人员的任命文件，核实其能否正常到岗履职；
- b) 审查现场质量保证体系责任人员和检验人员的聘用合同（协议）、工资表、相关保险凭证等；
在监检过程中应当对质量保证体系的实施情况随时进行检查与评价，据此调整后续的监检项目和监检类别。检查与评价的内容除了 6.2~6.9 所规定的技术性内容之外，还应当包括下述管理性内容：
- c) 核查现场受压元件材料及零部件保管存放条件、领用发放情况是否按照质量保证体系文件规定的程序进行；
- d) 检查设备及检验检测仪器（含工装及自制检、量具）的管理情况，包括：审查设备仪器台账并现场抽查部分仪器设备的状态标识和管理标识，审查计量器具的检定/校准证书（报告）并现场抽查部分实物；
- e) 现场制造所使用的质量保证体系文件、外来文件以及采用的质量记录样式是否为正式受控文件；
- f) 现场制造形成的质量记录的填写、审核、确认、收集、归档和保管是否符合体系文件的规定；
- g) 核实对不合格品（项）的处置是否按照质量保证体系文件规定的程序进行；
- h) 核实是否按质量保证体系文件的规定对产品一次合格率和返修率进行统计、分析。

6.2 技术文件审查

6.2.1 设计文件

监检人员应当审查设计文件，至少包括以下内容：

- a) 设计单位的资质、设计总图及设计变更（含材料代用）的批准手续；
- b) 受检单位对外来图样进行工艺审图的见证资料；
- c) TSG 21，3.1.4.1规定的设计文件齐全性；
- d) 设计采用的法规及产品标准、主要受压元件材料标准的有效性，当采用国际标准或者境外标准设计时还应当包括设计文件与我国基本安全要求的符合性申明；
- e) TSG 21，3.1.5要求的新技术评审和相应的批准手续；采用试验方法设计时，确认试验过程的监检资料；
- f) 设计总图上注明的无损检测、热处理、耐压试验和泄漏试验要求是否符合TSG 21、产品标准和技术合同的规定。

6.2.2 焊接工艺文件

监检人员应当审查产品的焊接工艺文件，包括：焊缝识别卡（或者称为焊缝编号图等类似的文件）、用于生产的焊接工艺规程（WPS）或者焊接作业指导书（WWI）（以下统称为 WPS）及其所引用的焊接工艺评定报告（PQR）、WPS 一览表。

审查内容至少包括：

- a) 焊接工艺文件的编制、审批手续和存档要求是否符合规定；
- b) 产品焊缝识别卡是否涵盖了TSG 21，4.2.1.1(1)规定的所有焊缝，每个焊缝是否都指定了适用的WPS（注明了编号及其相应的版次号），每份WPS是否都引用了相应的PQR；
- c) WPS与PQR的符合性；
- d) WPS的内容是否涵盖了NB/T 47014定义的以及设计文件所规定的所有通用因素、重要因素、补加因素（有冲击试验要求时）和次要因素，重点关注：接头和焊缝形式、材料类别和组别、母材厚度和熔敷金属厚度、焊接规范参数、预热和热处理参数、焊接位置、焊接材料等。
- e) 焊接工艺评定按照6.4.2进行监检。对于引用已经完成的PQR，应当重点核实是否包括了产品技术条件所规定的全部试验项目。

6.2.3 热处理方案

压力容器的热处理包括焊后热处理、成形受压元件的恢复性能热处理、改善材料性能热处理和恢复材料供货状态的热处理，监检人员应当审查相应的热处理方案（工艺规程或工艺文件）。其中，对于焊后热处理的审查内容应当包括：

6.2.3.1 基本审查内容

- a) 所依据标准、合同或技术文件规定的要求；
- b) 焊件基本状况（名称、标记或编号、结构、尺寸、材料、厚度及质量等）；
- c) 焊件热变形预防及控制措施；
- d) 焊后热处理参数：焊后热处理厚度 δ_{PWHT} 、入炉温度、升温速度、保温温度、保温时间、降温速度和出炉温度；
- e) 绝热材料品种、规格及铺设方法；
- f) 测温点位置、数量，测温仪表与焊件连接方法；
- g) 控温仪表及测温仪表（含热电偶、补偿导线）名称、型号及数量；

- h) 焊后热处理工艺程序及技术要求，均温及控温要求、冷却方式；
- i) 实施焊后热处理的单位名称、人员、机构及其组织；
- j) 产品焊接试件的数量、摆放位置及热电偶连接要求等。

6.2.3.2 炉内整体或局部焊后热处理

- a) 当超出热处理炉规定的额定装载量或尺寸时，应当核实是否进行了焊后热处理热工计算，审查其计算书是否有效；
- b) 热处理炉或加热器的布置、名称、规格及数量。

6.2.3.3 炉外整体焊后热处理（含炉外整体分段焊后热处理）

- a) 当超出热处理单位同类别的材料、同一结构形式的容器热处理业绩的最大容积时，应当核实是否进行了焊件总体及各部分焊后热处理热工计算，审查其计算书是否有效；
- b) 焊后热处理加热方法、加热器名称、型号、规格、数量、放置位置以及加热系统调试；
- c) 任意两点温差控制要求以及低温区的温度补偿方案；
- d) 焊后热处理用辅助装置（如导流伞）及安装；
- e) 与热处理无关的接管的封堵、容器本体与梯子平台的连接松开；
- f) 球罐的拉杆及地脚螺栓松开，并设置移动装置和位移测量装置。

6.2.4 无损检测（NDE）操作指导书

在 NDE 实施之前，监检人员应审查受检单位提交的有关 NDE 操作指导书，内容包括：

- a) 核实批准手续及其与有关标准和设计文件的符合性，内容是否符合 NB/T47013.1 的要求，规定的检测项目、时机、比例等是否符合 TSG 21 和设计文件的要求；
- b) 当采用衍射时差超声检测（TOFD）方法时，监检人员还应当审查：
 - 1) 探头的选取（包括频率、尺寸、角度）和设置；
 - 2) 探头中心距计算；
 - 3) 扫查方式；
 - 4) 分区扫查及时间窗口的设置；
 - 5) 灵敏度试块选择及调试；
 - 6) TOFD 扫查区域是否覆盖整个检测区域；
 - 7) 底面和表面盲区的计算及相应的检测方法；
 - 8) 是否规定了数据文件的编号规则及分段检测的长度。
- c) 当 NDE 工作由分包方承担时，除了审查上述相关文件之外，还应核实受检单位是否对分包方的 NDE 工艺进行了审查确认。

6.2.5 质量计划

监检人员应当结合 TSG 21、产品标准和设计文件，基于产品结构、材料、制造和检验等技术要求以及设计单位在《风险评估报告》中提到的损伤模式，在质量计划中明确监检项目。

监检人员应当审查质量计划的批准手续以及与 TSG 21、产品标准和设计文件规定的符合性，至少包括：

- a) 主要受压元件材料验收；
- b) 焊接工艺评定；
- c) 产品焊接试件、热处理试件检验与试验；
- d) 无损检测（含方法、比例、数量）；

- e) 焊后热处理等特殊过程；
 - f) 外观与几何尺寸检验；
 - g) 耐压试验和泄漏试验；
 - h) 设计总图中规定的特殊技术要求；
 - i) 采用TSG 21及产品标准中没有规定的新材料、新工艺的质量控制要求；
 - j) 当部分工作在受检单位工厂内完成时，质量计划应当明确相关零部件的加工深度。
- 作为示例，附录 B（资料性附录）给出了某单位球罐现场制造的质量计划及监检项目和类别。

6.3 材料及零部件监检

6.3.1 材料及零部件验收监检

材料及零部件验收监检至少包括以下内容：

- a) 审查主要受压元件材料及零部件验收的见证资料（C类）；
- b) 审查主要受压元件材料质量证明书原件或者加盖材料经营单位公章和经办负责人章的复印件，审查材料化学成份、力学性能等技术指标与TSG 21、设计总图规定的材料验收标准的符合性（C类）；
- c) 监检人员应抽取一部分材料、零部件，现场见证受检单位检查其外观、尺寸和标记（B类）；
- d) 当主要受压元件为外协件或者外购件，并且未实施监督检验时，按6.3.1 a)和6.3.1b)的要求实施监检；当主要受压元件为外协件或者外购件并且已实施监督检验时，审查验收的见证资料和《监检证书》（C类）；
- e) 当主要受压元件需要进行材料复验、无损检测时，审查材料复验报告、无损检测报告。对于境外牌号材料的复验，原则上采用境内的检验和试验方法，复验结果实测值应当符合要求（C类）；
- f) 当使用TSG 21要求技术评审的材料制造压力容器时，审查材料是否通过了相应的技术评审（C类）；
- g) 对于外购的材料或者零部件，如果变更经评价合格的分供方，审查是否按规定进行了分供方评价（C类）。

6.3.2 材料标记移植监检

监检人员应当根据受检单位质量保证体系实施状况和压力容器的材料种类，进行主要受压元件材料标志移植的监检（C/B类）。

当主要受压元件用材料为特殊材料时，监检人员应当现场抽查材料标记移植情况（B类）。

监检人员应当核实以下内容是否符合与受检单位制定的材料标记移植规定：

- a) 标记移植的时机；
- b) 标记移植的方式，比如：钢印、低应力钢印、记号笔、粘贴或悬挂标签、材料排版图或材料跟踪表等；
- c) 标记移植的位置；
- d) 标记移植的内容；
- e) 标记移植后的检查确认，包括受检单位检查员确认的时机和确认标记等。

6.3.3 材料代用监检

制造过程中存在受压元件材料代用时，监检人员应当审查原设计单位的书面批准文件（C类）。

6.4 组对、装配与焊接监检

6.4.1 组对质量

监检人员对于组对质量的监检内容包括：

- a) 在压力容器组对后焊接前按照TSG 21、产品标准、设计文件规定审查组对质量检验记录或者报告（C类）；
- b) 对于球罐，应当在赤道带组对后抽查组对质量（B类），检查内容包括：坡口表面质量、组对精度（坡口间隙、错边量）、棱角度、球壳板的赤道线水平误差等；整体组对后施焊前见证受检单位检查组对质量（A类），除了检查上述项目外，还应当检查相邻焊缝的边缘距离、最大与最小内直径差和支柱垂直度等；
- c) 对于塔式容器和复合钢板制压力容器，应当现场抽查组对质量（A/B类），检查内容应当包括直线度及6.4.1b)中规定的所有项目（不含球壳板的赤道线水平误差和支柱垂直度）。
- d) 其他容器的组对质量，可按C/B类监检。

6.4.2 焊接工艺评定

焊接工艺评定监检内容包括：

- a) 审查焊接工艺评定程序（C类）；
- b) 焊接工艺评定试件检查（A类），在制取拉伸、弯曲、冲击试样前，现场检查焊接工艺评定试件，并且标注监检标记；
- c) 焊接工艺评定试验报告确认（C类），监检人员应按照NB/T 47014的规定审查焊接工艺评定的力学性能、弯曲、冲击等试验报告（当设计文件另有要求时，从其规定），并检查试样（B类）；
- d) 焊接工艺评定报告审查（C类），监检人员应审查PQR和WPS并签字（章）确认。

6.4.3 焊接过程监检

在受检单位开始焊接之前，监检人员应当现场检查焊接材料的存放、烘干条件，并审查焊工清单及其资格证、聘用合同或协议。其他监检内容包括：

6.4.3.1 焊接记录的审查

监检人员应当在热处理前（或者，当无焊后热处理要求时，在耐压试验前），审查焊接记录与施焊记录，抽查焊工资格、施焊的工艺参数和焊接工艺规程的符合性（C类）。

6.4.3.2 现场焊接过程抽查

监检人员应当依据焊接工艺文件对焊接过程进行现场抽查（B类），至少满足下述规定：

- a) 确定抽查的数量和范围时应当考虑受检单位的焊接管理情况、现场制造压力容器的设计参数和使用的材料等；
- b) 当主要受压元件采用特殊材料时，抽查的范围应当包括每一个焊工；
- c) 抽查的内容应当包括：焊接环境，焊工资格，焊接位置，焊接材料的烘干、保温、领用、分发及回收，预热温度、预热范围，道间温度，后热温度及保温时间，电流种类或极性，焊接线能量，气体保护焊的气体种类或组分等。

6.4.3.3 返修过程控制

监检人员对于焊接返修（包括母材缺陷补焊）的监检内容包括：

- a) 审查返修方案的批准手续（C类），对于超次返修应当核实在返修前是否经过受检单位技术负责人批准；
- b) 审查返修的焊接工艺（C类），核实是否具有经过评定合格的WPS支持；
- c) 对于特殊材料的超次返修，应现场见证缺陷清除及焊接过程（A类）。

6.4.4 产品焊接试件监检

6.4.4.1 产品焊接试件制备

监检人员应当检查产品焊接试件的制备，监检内容包括：

- a) 审查焊接试件制备的方法和数量与TSG 21及产品标准、设计文件规定的符合性（C类）；
- b) 现场检查焊接产品焊接试件的制备过程（A类），包括：核实试件材料、焊接材料、焊接工艺参数（对于球罐，尤其要关注焊接试验件的数量和焊接位置）是否符合TSG 21、产品标准、设计图样和WPS的规定；
- c) 如压力容器需要进行焊后热处理，应当检查产品焊接试件与实际产品热处理工艺的一致性（C类）。当要求产品焊接试件与产品同时进行热处理时，监检人员应当检查产品焊接试件的摆放位置是否符合热处理方案、TSG 21、产品标准和设计文件的规定（B类）；
- d) 在制取拉伸、弯曲、冲击试样前，标注监检标记（A类）。

6.4.4.2 试验结果和试样

监检人员应当审查产品焊接试件的试验报告（C类），并现场检查试样（B类）。

6.5 NDE的监检

6.5.1 NDE过程

在受检单位开始实际的 NDE 工作之前，监检人员应审查 NDE 人员（含分包方的）清单及其资格证、及执业资格证明文件（A类）。

监检人员应当对焊接接头的 NDE 过程进行现场检查，并抽查见证部分对接接头的射线和/或超声检测过程（B类）。抽查的内容至少包括：

- a) 核实检测人员、NDE 设备及其状态是否与提交审查的文件一致；
- b) 核实操作过程是否符合 NDE 操作指导书的规定。

6.5.2 记录与报告

监检人员应当在热处理前（或者，当无焊后热处理要求时，在耐压试验前）审查焊接接头 NDE 记录与报告（C类）。

审查项目包括：NDE 人员资格的有效性、NDE 记录和报告的审批手续、NDE 的时机、比例、部位、执行的技术标准和评定级别与 TSG 21 及其产品标准、设计文件规定的符合性。

NDE 工作由分包方承担时，监检人员除审阅分包合同（协议）和分包方评价报告，还应审查是否符合以下要求：

- a) 分包方核准的NDE项目满足相关规定并且与现场使用的NDE方法相适应；
- b) 分包方参与现场检测的NDE人员（含检测人员、审核人员和报告批准人）资格满足相应要求；
- c) 分包方出具的NDE记录、报告符合安全技术规范及其相应标准规定；
- d) 受检单位NDE责任人员对分包方出具的NDE记录、报告进行了审查确认。

6.5.3 射线底片

监检人员应当根据受检单位质量保证体系的实施状况、压力容器焊接结构复杂程度和材料的焊接性，确定射线底片审查的数量和部位，审查射线底片质量及评定与 TSG 21 及产品标准和设计总图规定的符合性（C 类）。

射线底片审查的数量（按底片位置计）和部位至少满足以下要求：

- a) 审查交叉焊缝、返修及扩探部位、采用不可记录的脉冲反射法超声检测而附加的局部射线检测的底片；
- b) 对于特殊材料、铬钼钢制压力容器，审查数量不低于表1的要求。

6.5.4 衍射时差法超声波检测（TOFD）的专项监检

当采用 TOFD 代替 RT 或者设计文件规定采用 TOFD 时，监检员应当根据受检单位质量保证体系的实施状况、压力容器焊接结构复杂程度和材料的焊接性，确定监检项目和类别，监检内容和监检类别至少应当满足以下要求：

- a) TOFD图谱抽查（C类）
监检员应当抽查一定数量的TOFD图谱，审查质量及评定结果与TSG 21及产品标准和设计文件规定的符合性。
抽查的范围应当包括：交叉焊缝、返修及扩探部位，且不少于检测的接头长度的10%；对于特殊材料、铬钼钢制压力容器，审查数量不低于每个接头检测长度的30%。当设计文件等规定进行TOFD与RT检测结果的比对时，审查该比对焊缝的RT底片与TOFD图谱。
TOFD图谱审查的内容包括：图谱评价数据有效性，包括：数据量与检测长度的符合性，图谱数据丢失情况是否符合标准要求，数据信号波幅变化的情况是否符合标准要求；图谱显示及评定的正确性，是否存在错评、漏评。
- b) 当监检人员对受检单位提供的TOFD图谱有怀疑时，应当现场见证对该图谱对应部位进行TOFD复测（A类），验证图谱的一致性和准确性。

表 1 射线底片审查数量

每台压力容器射线底片总数 (N, 张)	压力容器射线检测比例	
	全部 (100%)	局部 (≥20%)
N≤10	N	N
10<N≤100	30%N, 并且不少于 10	50%N, 并且不少于 10
100<N≤500	20%N, 并且不少于 30	25%N, 并且不少于 50
N>500	15%N, 并且不少于 100	20%N, 并且不少于 125

6.6 外观与几何尺寸监检

监检人员应当在热处理前（或者，当无焊后热处理要求时，在耐压试验前）进行外观与几何尺寸监检，内容至少包括：

- a) 审查外观与几何尺寸检验报告（C类），核实与TSG 21及产品标准、设计文件的符合性；
- b) 对压力容器内、外部进行宏观检查（B类）：
 - 1) 抽查母材表面机械损伤情况；
 - 2) 现场检查焊缝布置情况；
 - 3) 抽查整体焊后的尺寸，对于球罐，包括棱角度、内直径和支柱的垂直度；对于圆筒型容器，按照相应的产品标准和设计文件执行；

- 4) 抽查焊接接头的外观质量（含咬边），焊缝表面是否与母材表面平齐或者圆滑过渡，对于按疲劳分析设计的压力容器，还应当重点检查纵、环焊缝的余高是否按规定予以去除；
- 5) 抽查存在错边的焊接接头是否按规定进行了圆滑过渡；
- 6) 抽查容器直径、开孔接管的方位及外伸高度等尺寸；
- 7) 抽查内外部预焊件的数量、方位及其焊接质量。

6.7 热处理监检

6.7.1 现场热处理

监检人员应当根据受检单位的质量保证体系运行情况和现场制造压力容器的具体情况，进行现场热处理的监检，至少包括以下内容：

- a) 现场热处理之前：
 - 1) 当热处理由分包方承担时，审阅分包合同（协议）和分包方评价报告；
 - 2) 核实与受压元件连接的焊接工作、NDE是否已经全部完成（C类）；
 - 3) 审查热电偶的计量检定证书（C类）；
 - 4) 对照热处理方案现场抽查热处理准备情况（B类），重点核实相关责任人员到岗情况、产品焊接试件的数量及其摆放位置、控温仪表及测温仪表（含补偿导线）以及炉外热处理时辅助装置（如导流伞）的安装；
 - 5) 现场检查热电偶的数量、布置及其连接方法（A类）；
- b) 现场热处理过程中：
 - 1) 检查热处理过程中温度数据采集及其记录（B类）；
 - 2) 对于现场炉外热处理，抽查低温区温度补偿措施落实和调整情况（B类）；
 - 3) 检查热处理过程中设备变形量的检测记录，对于球罐应检查柱脚位移记录及支柱垂直度测量记录（B类）；
- c) 现场热处理之后：
 - 1) 现场热处理完成后耐压试验前，监检人员应当审查热处理记录、报告和热处理工艺的符合性（C类），内容至少包括：审查热处理报告的批准手续；审查热处理记录曲线、热处理报告与热处理工艺（方案）的符合性；
 - 2) 受检单位热处理工作由分包方承担时，监检人员还应核实：
 - ① 热处理分包方出具的热处理温度自动记录、热处理报告是否与受检单位的热处理委托一致，且符合相关要求，注明了热处理炉号、工件号、产品编号、热处理日期、热处理操作工签字、热处理责任人签字等；
 - ② 受检单位的热处理责任人员对分包方出具的热处理温度自动记录、热处理报告是否进行了审查确认。
 - 3) 对于球罐炉外整体热处理，监检人员应当核实热处理前后柱脚处理是否符合有关施工标准的规定（C类）。

6.7.2 热处理后的焊接返修

有焊后热处理要求的压力容器，监检人员应当核实是否在热处理后进行了焊接返修，若有焊接返修，核实是否按 TSG 21, 4.2.1.4(4)的要求进行处置（C类）。

6.7.3 热处理试件

热处理试件的监检至少包括以下内容：

- a) 审查热处理试件制备的方法和数量与TSG 21、产品标准和设计文件的符合性（C类）；
- b) 在制取试样前，现场检查热处理试件，并且标注监检标记（A类）；
- c) 审查热处理试件的试样和试验结果（C类）；
- d) 现场检查试验后的试样（B类）。

6.8 耐压试验与泄漏试验监检

6.8.1 监检时机

监检人员应当核实压力容器在耐压试验前的制造工序及检验已全部完成，耐压试验与泄漏试验的准备工作符合 TSG 21 及产品标准、设计总图规定的制造技术条件的要求后才可以进行耐压试验与泄漏试验的监检。

6.8.2 耐压试验监检（A类）

耐压试验的监检至少包括以下内容：

- a) 检查确认试验用压力表的数量、量程、精度等级及安装位置是否符合TSG 21的规定，所用压力表是否在校验有效期内；检查确认耐压试验用介质、试验温度、试验压力和保压时间是否符合 TSG 21及产品标准、设计文件的要求；
- b) 确认耐压试验是否有渗漏、可见的变形，试验过程中有无异常的响声；
- c) 对于球罐和大型塔器的液压或气液组合试验，还应当择机见证基础沉降的观测。

6.8.3 泄漏试验监检

监检人员对于泄漏试验的监检应当至少包括以下内容：

- a) 审查泄漏试验方法是否符合TSG 21及产品标准、设计文件的要求（C类）；
- b) 对于设计文件注明介质毒性程度为极度、高度危害或者图样注明不允许有微量泄漏的压力容器，现场抽查一部分焊缝和密封面处是否有泄漏（B类）；其他容器的监检类别由监检人员确定；
- c) 审查泄漏试验报告（C类）。

6.9 竣工资料、产品铭牌、监检标志与监检证书

6.9.1 竣工资料审查（C类）

监检人员应当审查竣工资料，至少包括以下内容：

- a) 竣工图样、压力容器产品合格证（含产品数据表）、质量证明文件的批准手续以及与TSG21、产品标准要求的齐全性；
- b) 设计修改、变更的批准手续符合规定并且在竣工图上清晰标注；
- c) 超压泄放装置（指安全阀、爆破片装置或者安全阀与爆破片组合装置）出厂资料（尤其是质量证明书）及其校验报告，检查其制造单位是否持有特种设备制造许可证，其校验报告是否有效，动作压力是否符合安全技术规范的要求。

6.9.2 产品铭牌的检查（B类）

在出具《监检证书》前，监检人员应在现场检查产品铭牌的内容与 TSG 21、产品标准以及设计图样（总图和铭牌图）要求的符合性。

6.9.3 监检钢印

产品铭牌检查合格后，监检人员在铭牌上打监检钢印。

6.9.4 监检证书

经监检合格的产品，监检人员应按监检机构存档资料的要求进行汇总，并及时按台出具《监检证书》（见 TSG 21 附件 G）。

附录 A

（规范性附录）

标准的符合性声明

A.1 本标准所有部分的制定遵循了国家颁布的压力容器安全法规所规定的基本安全要求，其范围、术语和定义、受检单位的资质、监检机构和人员的要求、监检工作内容等均符合《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG 21—2016）的相应规定。

A.2 本标准有关现场制造和现场组焊的定义以及受检单位的资质、现场制造的工作程序的要求除了符合TSG 21—2016的相应规定外，还引用了下述规范性文件：《关于锅炉压力容器制造许可管理工作有关问题的意见》（国质检特函〔2005〕203号）、《关于进一步完善锅炉压力容器压力管道安全监察工作的通知》（国质检特函〔2007〕402号）和《质检总局特种设备局关于〈固定式压力容器安全技术监察规程〉（TSG 21—2016）的实施意见》（质检特函〔2016〕46号）。

附录 B
(资料性附录)
球形储罐现场制造质量计划

文件编号：***

制造单位	***	制造许可证书编号及级别	TS *****-2017	关键代码： A—现场见证 B—现场抽查 C—资料确认 E—检查点 R—审核点 H—停止点
使用单位	***	现场制造地址	***	
现场制造申请书编号	***	申请书受理机关及受理日期	***, ***	
现场制造告知书编号	***	告知书受理机关及受理日期	***, ***	
项目名称	***	产品名称	液态二氧化碳球罐	
产品编号	***	产品位号	***	
主体材料	16MnDR	主体规格	S φ 12300×48mm	

序号	相关质量活动	验收要求	形成的文件、记录、报告	质量控制点			备注
				制造单位	监检人员	其他方	
1	现场制造准备						
1.1	现场制造质量保证体系建立	项目组以及质量保证体系责任人员经正式任命，并能正常到岗履职	项目组以及质量保证体系责任人员的任命文件				
		现场质量保证体系责任人员、检验人员为本单位正式员工	现场质量保证体系责任人员、检验人员的劳动合同（退休人员的聘用协议及退休证明）、社保缴费证明				
1.2	设计图纸会审及技术交底		会议纪要、图纸会审记录				
1.3	工艺文件准备	编制和审批准手续符合规定					
1.3.1	焊接工艺文件	a) 焊缝识别卡涵盖了 TSG 21，4.2.1(1)规定的所有焊缝，每个焊缝都指定了适用的 WPS，每一份 WPS 都引用了相应的 PQR； b) WPS 依据 PQR 编制；	焊缝识别卡 WPS 一览表 焊接工艺规程（WPS） 焊接工艺评定报告（PQR）				

序号	相关质量活动	验收要求	形成的文件、记录、报告	质量控制点			备注
				制造单位	监检人员	其他方	
		c) WPS 的内容涵盖了 NB/T 47014 定义的以及设计文件所规定的所有重要因素、补加因素和次要因素； d) PQR 能支持 WPS，并包括产品技术条件所规定的全部试验项目					
1.3.2	热处理工艺文件	a) 内容应符合 GB/T 30353； b) 技术指标应符合 GB 50094	热处理工艺文件（方案）				
1.3.3	无损检测工艺文件	a) 内容应符合 NB/T 47013.1； b) 检测项目、实际和比例应符合 TSG 21 和设计文件	无损检测操作指导书				无损检测自行承担
1.4	施工组织	a) 编、审、批按照《***程序文件》规定执行； b) 内容至少应当包括：施工范围、项目组的组成及其管理（行政管理、技术管理、施工管理）、质量保证体系组织、进场设备及其管理、库房（含焊材库）管理、作业人员管理以及与本文件的接口	施工组织设计（方案）				
2	基础验收	技术指标应符合 GB 50094	基础验收记录或报告	E	C		
3	材料及零部件验收	应随实物附材料、零部件清单、质量证明书或合格证	材料、零部件验收单	E	C		
3.1	球壳板	a) 检查表面质量和标记，应符合 GB 12337 和 GB 50094； b) UT 测厚，应符合图样规定； c) 检查尺寸，应符合图样、GB 12337 和 GB 50094 规定； d) 检查坡口质量及尺寸，应符合图样规定	材料、零部件验收单，附： 球壳板测厚报告； 球壳板几何尺寸检查记录	E	B		
3.2	产品焊接试件	检查数量、尺寸、标记，应符合图样、GB 12337 和 GB 50094 规定	材料、零部件验收单	E	B		
3.3	支柱	检查数量、尺寸（长度、支柱与底板的垂直度、直径、直线度、坡口）、标记，应符合图样、GB 12337 和 GB 50094 规定	材料、零部件验收单	E	—		

序号	相关质量活动	验收要求	形成的文件、记录、报告	质量控制点			备注
				制造单位	监检人员	其他方	
3.4	螺栓、法兰盖	检查数量、尺寸、标记，应符合图样规定	材料、零部件验收单	E	C		
3.5	焊接材料	a) 检查数量、标记，应符合 WPS 及材料定额规定	材料、零部件验收单	E	C		
		b) 焊条扩散氢含量复验	焊条扩散氢含量复验报告				
4	支柱上、下段组焊						
4.1	组对	组对间隙、错边量应符合图样及 GB 50094 的规定	支柱组对检查记录	E	—		
4.2	焊接	按照 WPS 执行；焊工持有相应资格	焊接及检查记录	R	—		
4.3	焊缝外观及几何尺寸检查	GB 50094	支柱组装记录	E	—		
4.4	NDE	100%UT, I 级合格	UT 报告	H	—		
5	赤道带组对						
5.1	吊耳组对	按照《施工组织设计》执行	现场检查	E	—		
5.2	吊耳焊接	按照 WPS 执行；焊工持有相应资格	焊接及检查记录	E	—		
5.3	带支柱的球壳板组立	按照《施工组织设计》执行	现场检查	E	—		
5.4	其他赤道带球壳板组对	按照《施工组织设计》执行	现场检查	E	—		
5.5	定位块、限位块组对	按照《施工组织设计》执行	现场检查	E	—		
5.6	定位块、限位块焊接	按照 WPS 执行；焊工持有相应资格	焊接及检查记录	E	—		
5.7	赤道带组对质量检查	下述项目应该符合图样及 GB 50094 的规定： a) 组对精度（坡口间隙、错边量）； b) 棱角度； c) 球壳板的赤道线水平误差等	赤道带组装检查纪录	H	B		
6	下极板组对						
6.1	吊耳组对	按照《施工组织设计》执行		E	—		
6.2	吊耳焊接	按照 WPS 执行；焊工持有相应资格	焊接及检查记录	E	—		
6.3	组对下极边板	按照《施工组织设计》执行	现场检查	E	—		

序号	相关质量活动	验收要求	形成的文件、记录、报告	质量控制点			备注
				制造单位	监检人员	其他方	
6.4	组对下极中板	按照《施工组织设计》执行	现场检查	E	—		
6.5	定位块、限位块组对	按照《施工组织设计》执行	现场检查	E	—		
6.6	定位块、限位块焊接	按照 WPS 执行；焊工持有相应资格	焊接及检查记录	E	—		
7	上温带组对						
7.1	吊耳组对	按照《施工组织设计》执行	现场检查	E	—		
7.2	吊耳焊接	按照 WPS 执行；焊工持有相应资格	焊接及检查记录	E	—		
7.3	组对上温带球壳板	按照《施工组织设计》执行	现场检查	E	—		
7.4	定位块、限位块组对	按照《施工组织设计》执行	现场检查	E	—		
7.5	定位块、限位块焊接	按照 WPS 执行；焊工持有相应资格	焊接及检查记录	E	—		
8	上极板组对						
8.1	吊耳组对	按照《施工组织设计》执行	现场检查	E	—		
8.2	吊耳焊接	按照 WPS 执行；焊工持有相应资格	焊接及检查记录	E	—		
8.3	组对上极边板	按照《施工组织设计》执行	现场检查	E	—		
8.4	组对上极中板	按照《施工组织设计》执行	现场检查	E	—		
8.5	定位块、限位块组对	按照《施工组织设计》执行	现场检查	E	—		
8.6	定位块、限位块焊接	按照 WPS 执行；焊工持有相应资格	焊接及检查记录	E	—		
9	球罐整体组对质量检查	下述项目应该符合图样及 GB 50094 的规定： a) 组对精度（坡口间隙、错边量）； b) 棱角度； c) 球壳板的赤道线水平误差； d) 相邻焊缝的边缘距离； e) 最大与最小内直径差和支柱垂直度等	球罐组装检查记录	H	A		
10	球罐焊接						
10.1	检查焊接材料的存放、烘干条件	a) 焊材库应配备温湿度表，且经过校验合格；	焊接材料烘干记录	E	A		

序号	相关质量活动	验收要求	形成的文件、记录、报告	质量控制点			备注
				制造单位	监检人员	其他方	
		b) 焊材库温度应不低于 5℃，相对湿度不超过 60%； c) 烘干箱、恒温箱的仪表经过校验合格					
10.2	审查焊工资格	a) 焊工均应为本单位聘用的持证人员； b) 持证项目满足施工要求	焊工清单（附《特种设备作业人员证》）； 劳动合同（或聘用协议）	R	A		
10.3	现场焊接过程检查	a) 焊接材料的领用、分发及回收管理按照《焊接材料管理制度》执行	焊接材料的领用、分发及回收记录	E	B		现场制造时仅用到 J507RH 焊条
		b) 焊接环境应当符合 GB 50094，6.1 的规定	现场检查				
		c) 下述内容应当符合 WPS 的规定： ①焊工资格； ②焊接位置； ③预热、道间温度和后热； ④电流种类或极性； ⑤焊接线能量	现场检查				
10.4	施焊记录及焊接记录审查	按照《焊接控制程序》执行	施焊记录及焊接记录	R	C		
11	球罐整体尺寸及焊缝检查	a) 球罐的下述尺寸应该符合 GB 50094 的规定： ①棱角度 ②两极间及赤道截面的内直径 ③支柱的垂直度	球罐焊后几何尺寸检查记录	H	B		
		b) 焊缝外观质量应当符合 GB 50094，7.1.1 的规定					
		c) 工卡具去除后的表面应符合 GB 50094，7.1.2 的规定					
12	无损检测						
12.1	审查 NDE 人员资格	进场的所有 NDE 人员均应为本单位持证人员	NDE 人员清单； 资格证； 执业资格证明文件	R	A		

序号	相关质量活动	验收要求	形成的文件、记录、报告	质量控制点			备注
				制造单位	监检人员	其他方	
12.2	100%RT	a) 包括球壳所有对接焊缝; b) 按照 NB/T 47013.2, AB 级透照, II 级合格	射线检测布片图、底片及其评定记录、RT 报告	E	C		
12.3	100%UT 复验	a) 包括球壳所有对接焊缝 (含交叉部位); b) 按照 NB/T 47013.3, C 级检测, I 级合格	UT 记录及报告	E	B		
12.4	100%MT/PT	a) 所有焊接接头表面、工卡具焊迹、缺陷修磨和补焊处; b) 按照 NB/T 47013.4~5, I 级合格	MT/PT 记录及报告	E	C		
13	焊接返修	按照 GB 50094-2010, 6.5 执行	返修方案; 返修的焊接工艺及 PQR; 超次返修审批卡	H	C/A		超次返修时监检人员见证缺陷清除及焊接过程
14	焊后热处理						
14.1	热处理条件确认	a) 所有与受压元件连接的焊接工作已经全部完成; b) 热处理前的所有检验 (含 NDE) 工作已经完成并合格; c) 产品焊接试件数量及摆放位置符合 GB 50094 的规定	焊后热处理准备工作检查记录	R	C		
14.2	热处理准备	按照热处理方案执行		H	B/A		监检人员检查热电偶的数量、布置及其连接方法 (A 类), 其余为 B 类
14.3	热处理	按照热处理方案执行	焊后热处理记录曲线、焊后热处理报告	E	B		
14.4	焊后热处理后处理	按照 GB 50094, 8.5.3 规定调整支柱垂直度和拉杆挠度	热处理后支柱垂直度和拉杆挠度测量与检查调整记录	E	—		
15	热处理后 100%MT/PT	c) 所有焊接接头表面、工卡具焊迹、缺陷修磨和补焊处; d) 按照 NB/T 47013.4~5, I 级合格	MT/PT 记录及报告	E	C		
16	热处理后焊接返修	按照 GB 50094-2010, 6.5 执行	返修方案、 返修的焊接工艺及 PQR;	H	C/A		超次返修时监检人员见证缺陷清除及

序号	相关质量活动	验收要求	形成的文件、记录、报告	质量控制点			备注
				制造单位	监检人员	其他方	
			超次返修审批卡				焊接过程（A类）
17	产品焊接试件						
17.1	组对、焊接	按照 10.3 执行	产品焊接试件施焊记录及焊接记录	H	A		
17.2	外观检查	焊缝外观质量应当符合 GB 50094，7.1.1 的规定	产品焊接试件检查记录	E	—		
17.3	热处理			E	B		与球罐一起热处理
17.4	划线	按照产品焊接试件加工工艺执行	现场检查	E	A		
17.5	切割、机加工	按照产品焊接试件加工工艺执行	现场检查	E	—		
17.6	力学性能试验	按照 GB 50094，9.2 执行	力学性能试验报告	R	C/B		监检人员现场检查 试样（B类）
18	水压试验						
18.1	水压试验条件确认	a) 水压试验前的制造及检验工序全部完成且合格； b) 水压试验压力经过核实； c) 水压试验用表的数量及安放位置经过确认，表的量程、精度符合规定，并经过检定； d) 安全措施满足施工组织设计的要求； e) 球壳温度监控措施已经完备； f) 具备基础沉降观测条件	耐压试验条件确认表	E	B		
18.2	水压试验	a) 按照水压试验工艺操作； b) 按照 GB 50094，10.1.8 执行观测基础沉降量； c) 试验过程中无渗漏、无可见变形、无异常响声为合格	水压试验报告； 基础沉降观测记录	H	A		
19	除锈、防腐、保温	将水排尽内表面喷砂处理，外表面除锈，并喷涂铁红醇酸底漆两层、面漆两层	除锈、防腐及保温施工记录	E	—		
20	现场制造质量保证体系实施状况 （管理性要素）	建立了设备及检验检测仪器（含工装及自制检、量具）的台账，仪器设备的状态标识和管理标识清楚，计量器	设备及检验检测仪器（含工装及自制检、量具）的台账，状态标识和管理标识，计量器	R	C		

序号	相关质量活动	验收要求	形成的文件、记录、报告	质量控制点			备注
				制造单位	监检人员	其他方	
		具按期进行检定/校准	具检定/校准证书（报告）				
		现场制造所使用的质量保证体系文件、外来文件以及采用的质量记录样式均为正式受控文件	质量保证体系文件				
		现场制造形成的质量记录填写、审核、确认、收集、归档和保管符合规定	质量保证体系文件				
		不合格品（项）的处置按照规定的程序进行	不合格品（项）处理单				
		按规定对产品一次合格率和返修率进行统计、分析	产品一次合格率和返修率统计、分析报表				
21	竣工验收	GB 50094	竣工资料	R	C		
22	产品铭牌	TSG 21	产品铭牌复印件	E	B		
记事栏： 1. 本文件中提到的相关规范、标准：《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG 21-2016）、《钢制球形储罐》（GB 12337-2014）、《球形储罐施工规范》（GB 50094-2010）、《承压设备用焊接工艺评定》（NB/T 47014-2011）、《承压设备无损检测》（NB/T 47013-2015）、《承压设备焊后热处理规程》（GB/T 30583-2014）。 2. 本文件是依据《球形储罐施工组织设计（方案）》（编号：***）编写的，并对有关与制造有关的质量管理和控制进行了细化。 3. ***							
编 制			审 核		批 准		
日 期			日 期		日 期		

**《现场制造压力容器监督检验》（T/CASEI —2018）
编制说明**

1 概述

《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG 21—2016）第 6 章对于固定式压力容器的监督检验提出了基本要求，对于在制造厂内制造的压力容器监督检验（包括程序、内容和方法），这些要求对于指导和规范检验机构和监检人员时适宜的、充分的、有效的。但是，对于固定式压力容器的现场制造，即无法运输的大型压力容器（含球罐）在使用现场的制造，仅按照这些基本要求是不够的，有必要对各个制造检验环节的监检内容进行完善和细化，为不同的监督检验机构和监检人员提供基于相同的尺度进行监督检验的条件。

随着《压力容器监督检验规则》（TSG R7004—2013）和《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG 21—2016）的陆续颁布和业内诸多检验机构的努力，已经积累了现场制造监检的大量经验，将分散的经验采用团体标准的形式呈现出来，时机已经成熟。

2016 年 12 月，中国特种设备检验协会将《现场制造压力容器监督检验规范》列入第一批制定的团体标准中，大连市锅炉压力容器检验研究院（以下简称大连锅检院）作为主要编制单位于 2016 年 12 月 20 日完成了《团体标准立项申报书》并于 2017 年 1 月 10 日获批。大连锅检院随后邀请行业内另外 9 家检验机构的 13 名专家组成编写组，并开始了全面调研，于 2017 年 3 月 9 日完成了初稿的编写工作。2017 年 4 月 8 日至 9 日，在大连召开了编写组的第一次会议。经过充分的讨论和协商，确定了标准的范围、基本框架和主要内容，并对该标准拟着力解决的问题进行了详细的研究。在此基础上，主要编写人员于 2017 年 4 月 18 日完成了《现场制造压力容器监督检验》讨论稿，并发给全部编委进行内部审议，共征集到建议和意见 97 条，据此形成了征求意见稿。2018 年 月 日，中国特种设备检验协会向全社会公布征求意见稿。截至 2018 年 月 日，共收到 回函共计 份， 条意见。主要编写人员将反馈的意见逐条登记造册，一一回复，并在相应的标准条文中体现出来，于 2018 年 月 日形成送审稿。

本标准负责起草单位及起草人：

2 主要内容的说明

【1 范围】

《固定式压力容器安全技术监察规程》（以下简称 TSG 21）提到“现场制造压力容器”这个概念，而《移动式压力容器安全技术监察规程》（TSG R0005—2011）和《氧舱安全技术监察规程》（TSG 24—2015）并未出现，因此，本标准只适用于 TSG 21 范围内压力容器的现场制造监检。

考虑到目前的超高压容器尚无现场制造的先例，本标准不适用。

地下储气井的制造、非金属和非金属衬里压力容器的衬里施工的监检要求在 TSG 21 中已经有充分的规定，本标准不再重复提及。但是本标准仍然适用于非金属衬里压力容器的金属本体现场制造的监检。

考虑到大型压力容器的现场组焊在生产组织方式、管理特点等方面与现场制造的若干相似性，本标准规定“对于大型压力容器的现场组焊，可以参照本标准执行。”

【2 规范性引用文件】

【3 术语和定义】

TSG 21 提到一些专用名词和术语，如特殊材料、A/B/C 类监检项目等，并没有采用“术语和定义”，而是用“注”或者规范条文的表达方式。对于这一类术语，本标准与 TSG 21 完全相同。

“现场制造压力容器”这一术语是从 TSG 21，注 4-1 衍生出来的。本标准在其定义中增加了“或者因项目建设需要”，是考虑目前的现场制造，有部分情况并非由于无法整体或分段运输，仅仅是由于大型设备现场制造，而同一个项目中的其余中小型设备为了生产组织的便利，也采用现场制造的方式。

“现场组焊压力容器”这一术语与 TSG 21，注 4-1 的定义相同。

但在实践中应该注意，目前规范中的现场制造与现场组焊的概念是质检总局通过一系列规范性文件逐步演化而来并进入 TSG 21 的：

《锅炉压力容器制造监督管理办法》（国家质量监督检验检疫总局令第 22 号，以下简称 22 号令）中规定球罐的现场组装为现场组焊。

《关于锅炉压力容器制造许可管理工作有关问题的意见》（国质检特函〔2005〕203 号，以下简称 203 号文）中第一次提到“大型压力容器是指因设备重量或运输道路限制，需在现场制造（组焊）完成的压力容器”，对于这一类生产活动做了类型的识别：一类是需在现场完成最后环焊缝焊接工作的，另一类是需在现场分片组焊的。但是该文并未区分现场制造和现场组焊，并且仍将球罐的现场组装称为现场组焊。

《关于进一步完善锅炉压力容器压力管道安全监察工作的通知》（国质检特函〔2007〕402 号，以下简称 402 号文）则专门针对现场制造压力容器提出若干安全管理要求。至此，203 号文中的第一类方式被确定为“现场组焊”，而第二种方式则成为“现场制造”（含球罐的现场组装）。

【4 受检单位】

对于压力容器现场制造单位的资质要求，22 号令中只包括了球罐（A3）。对于其他容器，则是通过随后陆续颁布的几个规范性文件逐步厘清的：

203 号文笼统规定“需在现场分片组焊的压力容器，实施现场组焊压力容器的单位应当具备 A3 级压力容器制造许可证。”考虑到在现场分片组焊的压力容器，除了球罐，还有其他形式，比如塔式容器，而许多制造单位并不持有 A3 级（球罐组焊）资质；

2007 年发布的 402 号文建立了现场制造申请、鉴定评审、告知和监督检验等程序。结合 203 号文，402 号文主要解决的是除了球罐之外的其他大型压力容器的现场制造的资质问题。对于未持有 A3 级（球罐组焊）资质的现场制造单位，只要持有与现场制造的容器级别相适应的制造许可证并经过现场确认鉴

定评审，也可以进行所申报项目的现场制造。

压力容器现场制造按照容器形式和生产组织方式，有以下几种类型：

球罐是一个单独的类型，通常大型球罐都是在使用现场露天组装，制造单位必须持有 A3 级制造许可证。

大型立式圆筒形压力容器的现场制造，通常有以下三种方式之一或者几种方式的组合：

第一种，采用类似大型常压储罐现场组装的方式在使用现场进行现场制造：立式组对第一层筒节后，再组对第二层……；然后焊接各层纵缝；最后焊接各环缝。

第二种，在使用现场（该现场只有简易的组装设备，无厂房）将单个筒节组焊完成后，逐节吊装组焊环缝。

第三种，在使用地现场建设临时工厂车间，在车间内完成压力容器的整体制造后，整体起吊进行就位安装。

无论采取上述三种方式中的哪一种，其制造许可级别的要求均是相同的。

由于现场制造与工厂内固定地址制造存在明显差别，本标准对于受检单位的义务依据有关规范性文件进行了补充规定，依据 402 号文明确了工作流程。

【5 总则】

监检依据基本与 TSG 21 相同。

在确定现场制造的压力容器监督检验工作内容时，主要考虑现场制造与工厂内固定地址制造存在明显差别，比如：制造单位的资格、项目告知、分包的控制、组对的控制、焊接现场的控制、热处理的控制、无损检测的控制和耐压试验等诸多方面，监检项目和工作内容也应该相应作出调整。同时规定“监检人员……在监检过程中对受检单位的质量保证体系实施状况进行检查与评价。”详见对于第 7.1 条的说明。

检验机构在受理受检单位现场制造约请时，由于监检人员尚未开始监检工作，因此业务受理部门应当先进行部分信息的审查或核实，然后决定是否接受约请。这些信息包括：

受检单位资质；

现场制造申请和告知情况；

项目情况、生产压力容器的数量等。

监检项目分类及其确定原则按照 TSG 21 执行。对于大型圆筒形压力容器，如果采用上文提到的第三种生产方式，对其进行监检与在工厂内固定地址制造的监检在一定程度上是相似的，但是考虑到现场制造时毕竟不能完全获得母体组织的全部资源的支撑，本标准对于其监检项目的设定，并未降低要求。

监检记录和存档资料，由检验机构依据 TSG 21 和本标准自行制定。

检验机构可以结合自身实际，制定现场制造压力容器监检实施细则，比如：抽样的准则、数量或频次、需要签章的文件资料、监检标记的方式、记录的内容及方式、存档文件资料的方式及内容等。

【6 现场制造监检的基本要求】

【6.1 质量保证体系建立及实施的审查】

质量保证体系建立的监检，是本标准在 TSG 21 之外增加的一部分内容。工厂内固定地址的制造监检时，监检人员面对的是一个基本完备的质量保证体系，因此 TSG 21 规定由检验机构每年对其进行一次质量保证体系实施状况的检查与评价，属于定期抽查的方式。而现场制造时，监检人员则面对一个由受检单位派出的为完成既定项目现场制造而临时组建的项目组，其责任人员往往仅获得临时授权。而且其质量保证体系为半开放半封闭式的，既在一定程度上脱离母体组织而具有一定的独立性，又必须依托

母体组织提供技术及质量管理支撑，因此，对于现场制造的质量保证体系的建立情况，应当进行专项监检。本标准规定：“监检人员应当审查受检单位提交的有关文件资料，审查制造现场质量保证体系的建立情况，……。”审查的内容主要集中在现场质量保证体系责任人员（含检验人员）等关键岗位，而特种设备作业人员（焊工和无损检测人员）则分别在 6.4.3 条和 6.5.1 中做了详细规定。

TSG 21, 6.6.1(2)规定“进行压力容器的现场制造、现场组焊、现场粘接监检时，根据压力容器制造特点，参照本规程 6.6.2 至 6.6.5 对受检单位现场的质量保证体系实施状况进行评价”。如果由检验机构完全采取针对工厂内固定地址的方式，组织对现场制造单位定期进行检查与评价，存在诸多困难，而且意义也不大，加之目前现场制造的监检人员大多为压力容器检验师，因此本标准规定监检人员“在监检过程中监检人员应当对质量保证体系的实施情况随时进行检查与评价，据此调整后续的监检项目和监检类别。”这与 TSG 21 相比更加明确，并具体规定检查与评价的内容不仅包括若干技术内容，还应当包括 6 项管理内容。详细内容请查阅《特种设备制造、安装、改造、维修质量保证体系基本要求》（TSG Z0004—2007）。

【6.2 技术文件审查】

设计文件的审查要求同 TSG 21。

明确规定了监检人员应该审查的工艺文件，包括焊接工艺文件、热处理方案、无损检测有关文件。

【6.2.1 设计文件】

【6.2.2 焊接工艺文件】

本标准明确了监检人员应该审查哪些焊接工艺文件，并规定了审查的基本内容。

【6.2.3 热处理方案】

本标准明确了监检人员对于压力容器热处理的监检，除了焊后热处理，还应包括成形受压元件的恢复性能热处理、改善材料性能热处理和恢复材料供货状态的热处理。对于后三种热处理，目前尚未出台支持性的技术标准，本标准仅提出原则性要求。

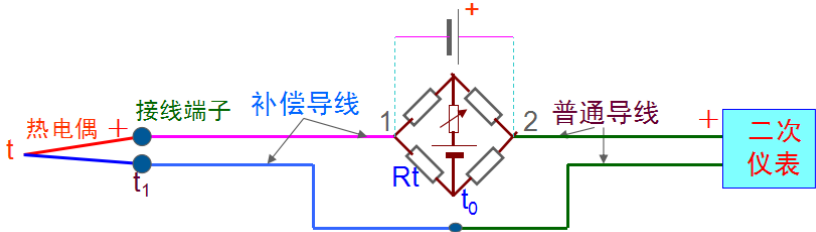
压力容器的焊后热处理是现场制造非常重要而又比较难控制的一个环节。实践表明，现场热处理的质量往往决定了压力容器的使用寿命（这已经有大量球罐的定期检验案例佐证）。而制造单位对于现场热处理的控制程度，很大程度上取决于热处理方案（或工艺规程、工艺文件）的质量。本标准主要依据《承压设备焊后热处理规程》（GB/T 30583—2014），对于不同的热处理方法，分别规定了炉内和炉外热处理方案的基本审查内容。但是未包括质量检验要求（如性能、尺寸、缺陷等），环境条件及防风、防雨、防雪措施，用于焊后热处理的各种机具、设备、设施、辅助装置、仪器、仪表、工具和耗材清单，）防火、防爆、防停电措施，人员、设备安全措施，主要考虑到这些项目虽然对于热处理施工也很重要，但是并不直接影响热处理本身的效。压力容器焊后热处理常用方法见表 S1。

表S1 焊后热处理方法及相应标准规定

容器类型	热处理方法	整体/局部	工艺技术要求		热电偶的数量、分布和连接方法
			依据	主要技术参数	依据
球 罐	内燃法 (炉外)	整体	GB 50094, 8.2	焊后热处理厚度 δ_{PHHT} 、升温速度、保温温度、保温时间、冷却方法与降温速度等	GB 50094, 8.4
圆筒形 容 器		分段	GB 150.4, 8.2		NB/T 47015, 4.6; 也可参考 GB/T 30583
	局部				

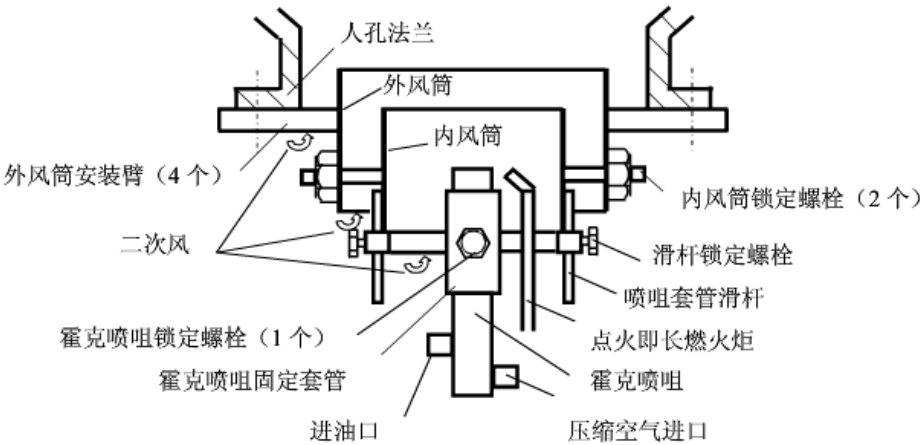
	炉外				
--	----	--	--	--	--

补偿导线是在一定温度范围内（包括常温）具有与所匹配的热电偶的热点动势值相同的一对或多对带有绝缘层的导线或电缆，用它们连接热电偶与测量装置，利用直流不平衡电桥产生的电势来补偿热电偶冷端温度变化而引起的热电势的变化值（即补偿它们与热电偶连接处的温度变化所产生的误差），见图 S1。



图S1 冷端补偿电桥法示意图

目前有企业在球罐焊后热处理时采用霍克喷咀（见图 S2），由于二次进风助燃，下人孔及其附近的球壳板受热不足，越接近人孔的球壳板温度越低，因此不推荐采用这种方式。但是作为监督检验的方法性标准，不能强行禁止其采用，因此规定在炉外热处理时应当审查“低温区的温度补偿方案”，是希望通过监检人员的介入，提醒受检单位采取切实有效的措施，实现热处理的均温要求。



图S2 霍克喷咀燃烧器示意图

【6.2.4 无损检测（NDE）操作指导书】

目前监检人员对于常规 NDE 方法的熟悉程度稍强，本标准并未详细规定如何审查其操作指导书。考虑到现场制造时 TOFD 应用的日益广泛，而大多数监检人员对此比较陌生，本标准规定了 8 项内容，监检人员应当针对具体的检测对象，逐项核实是否符合《承压设备无损检测 第 10 部分：衍射时差法超声检测》（NB/T 47013.10—2015）。

【6.2.5 质量计划】

现场制造时，通常会有一部分工作会在工厂内完成，比如：设计或外来设计文件的工艺性审查，工艺文件及质量计划的编制，材料验收及复验，瓣片的压制及坡口加工，焊接工艺评定，理化试验，接管与法兰的焊接和无损检测等。现场制造监检人员所面对的，以零部件居多，因此本条增加规定“质量计划应当明确相关零部件的加工深度。”

【6.3 材料及零部件监检】

【6.3.1 材料及零部件验收监检】

本条基本与 TSG 21 相同，增加了两条规定：

- 1) “监检人员应现场抽查材料、零部件的外观、尺寸和标记（B 类）”；
- 2) “对于外购的材料或者零部件，如果变更经评价合格的分供方，审查是否按规定进行了分供方评价（C 类）”。

主要考虑的是现场来料、零部件的管理水平相较于制造厂内是比较低的，条件也较差，理应强化监检深度；而对于材料、零部件的分供方的控制，体现的是监检人员在材料管理环节对于其体系实施情况的关注。

另外，《质检总局特种设备局关于〈固定式压力容器安全技术监察规程〉（TSG 21—2016）的实施意见》（质检特函〔2016〕46 号，以下简称 46 号文）规定：“新固容规”2.1.1（4）中可追溯的信息化标识包括二维码、条码等，可追溯的材料信息包括材料制造单位名称、材料牌号、规格、炉批号、热处理状态、材料生产日期等内容……压力容器制造监检人员也应当审查该信息化标识。”现实的问题是，压力容器用材料有各种制品形式，包括板、管、锻件、铸件、各种焊接材料、标准件以及按照材料管理的各种零部件，如全部要求具有信息化标识，基本不现实。46 号文颁布后，各相关方向总局咨询函很多，检验机构可结合质检总局对于相关咨询函的回复来处理“信息化标识”问题。

【6.3.2 材料标记移植监检】

本条基本与 TSG 21 相同，增加了关于标记移植监检内容的规定：标记移植的时机、方式、位置、内容、标记移植后的检查确认。

受检单位需要根据 GB 150.4，5.3 并结合实际情况制定标记移植的管理规定：

- 1) 标记移植的时机——按照 GB 150.4，5.3.1 的规定，应当“在材料分割前完成标记的移植”。
- 2) 标记移植的方式——有很多种，通常采用钢印，应当明确不同情况下的钢印字型、字高。当不适宜打钢印时，比如 GB 150.4，5.3.2（有耐腐蚀要求的不锈钢或复合钢板的耐腐蚀面）、5.3.3（低温容器受压元件）或者因为形状或者厚度不允许打硬钢印时，可以视情况选择低应力钢印、记号笔、粘贴或悬挂标签、材料排版图或材料跟踪表等表达方式。

c) 标记移植的位置——应当考虑钢板、钢管、各种形状的钢锻件等制品形式，结合标记移植的方式，规定可追溯、可复现的标记移植位置。比如板卷制的筒节下料时，如果打钢印，应当规定钢印字符上边及左边距坡口边缘或者检查线的距离；对于需要二次下料的成形件，应当考虑制造过程中已经移植的标记被裁掉的可能，合理规定标记位置等。

d) 标记移植的内容——结合受检单位材料管理规定，可以选择移植材料的内部管理编号、质量证明书号、牌号+规格+炉批号……等多种方式，只要能够实现可追溯性即可。

e) 标记移植后的检查确认——标记移植后，操作者应当按照规定进行自检，然后由受检单位的检查员进行复检（相对于监检人员而言，者仍然是受检单位的自检）。受检单位应当规定检查员确认的时机、确认标记等。

有关这一部分内容，可参考《〈压力容器监督检验规则〉释义与范例》的有关章节。

【6.3.3 材料代用监检】

【6.4 组对、装配与焊接监检】

【6.4.1 组对质量】

本条按照现场制造压力容器的种类，分别规定了组对质量现场检查的内容。

现场制造压力容器时，焊接接头组对质量对最终产品质量影响很大，组对间隙过小可能导致未焊透，

过大则不仅增加了焊接工作量，还使得焊缝的横向和纵向收缩量加大，整体应力水平增加，开裂风险加大；错边和棱角等几何不连续容易造成应力集中；球罐的支柱垂直度直接影响各支柱间的受力分布情况，严重不均时可能导致球罐失稳。

对于球罐，赤道带组对的精度直接影响整个球罐的组装精度，因此规定“组对后抽查组对质量（B类）”；当球罐整体组对完成后，为了确保装配的精度，避免焊接开始后再发现组对精度不足引发的一系列负面影响，规定“整体组对后施焊前见证受检单位检查组对质量（A类）”。

对于塔式容器和复合钢板制压力容器的组对质量，也分别规定了监检类别。

考虑到现场制造的容器中也包括一些中小型压力容器，因此规定“其他容器的组对质量，可按C/B类监检”。

【6.4.2 焊接工艺评定】

考虑到现场制造时现场条件与工厂内差别较大，配套能力偏弱，受检单位通常会将焊接工艺评定完全由母体组织完成，监检员面对的是PQR。需要在制造现场进行焊接工艺评定的情况极少见，通常是因为监检人员现场审查焊接工艺文件时发现现有PQR不能覆盖WPS，需要重新进行焊评，因此本标准强调监检人员必须现场检查试验后的试样（B类）。

特殊情况下，需要在制造现场进行焊接工艺评定时，受检单位有两种选择：将试件焊接完成后运回母体组织进行解剖、加工和理化试验；或者在制造现场委托给当地的相关机构进行上述部分或全部工作。此时，检验机构应当事先与受检单位进行必要的沟通，确保对于焊接工艺评定的监检能够顺利进行。

【6.4.3 焊接过程监检】

具体规定了监检人员在受检单位开始焊接之前对于焊材管理和焊工管理情况监检的内容，这是一个A类监检项目。

焊材库应该有专人进行保管、烘干与发放，库房的管理应当符合《焊接材料质量管理规程》（JB/T 3223—1996）的规定，基本要求包括：焊材库应配备温湿度表，且经过校验合格；焊材库温度应不低于5℃，相对湿度不超过60%；烘干箱、恒温箱的仪表经过校验合格。

监检人员应当掌握参与现场制造的焊工清单（可附持证项目明细），并逐一审查《特种设备作业人员证》、劳动合同（或聘用协议）。

【6.4.3.1 焊接记录的审查】

【6.4.3.2 现场焊接过程抽查】

监检人员应当对现场制造压力容器的焊接过程进行抽查。

对于特殊材料，考虑到焊接过程对于产品质量最终形成至关重要，规定“抽查的范围应当包括每一个焊工”；对于其他材料，监检人员可以根据具体情况进行抽查，主要关注焊工的资格以及执行焊接工艺纪律的情况。

焊接是一个多参数集合的工艺过程，监检人员抽查时应该按照NB/T 47014所规定的重要因素、补加因素和次要因素逐一核实。但是考虑到真正经过专业焊接培训的监检人员不多，本标准按照现场制造时通常采用的焊接方法，摘取了部分焊接管理方面的内容以及部分重要因素和补加因素，作为对于监检人员的最低要求。

焊接管理方面，规定了三项内容：焊接环境、焊工资格和焊接材料的管理。

1) 现场施焊的条件通常比较恶劣，而制造单位迫于工程进度或者成本压力，往往进行全天候作业，因此对于焊接环境的关注应当加重。实践中，可按照GB 150.4—2011, 7.1执行。

2) 现场制造压力容器，无论是对接接头还是接管角接头，焊接位置以立焊、横焊和仰焊为主，监检人员尤其应该注意焊工资格能否覆盖实际施焊的产品焊接位置。对于复合钢板，其复层的焊接需要持有相应的堆焊资格，除了平焊以外，每个焊接位置均需要单独通过考试。如果现场有小接管的焊接，不论是对接还是接管角接头，均应注意管径的影响。

3) 焊接材料的管理，包括烘干、保温、领用、分发及回收，监检人员应当不定期进行抽查。

焊接因素方面，规定了 5 个大的方面：焊接位置，预热、道间温度和后热，电流种类或极性，焊接线能量，气体保护焊的气体种类或组分等。

1) 焊接位置对于焊缝内在和外在质量的形成影响巨大，焊工操作时不得随意改变焊接工艺文件的规定。此外，改变焊接位置，还可能影响到焊接工艺评定的覆盖和焊工资格。

2) 预热有三个方面的作用：消除工件始焊区的水汽，降低扩散氢的含量，有效降低裂纹风险；控制道间温度可以防止焊缝晶粒过于粗大，保证韧性；而后热又在一定程度上被称为消氢，可以有效加快扩散氢的逸出，同时避免工件在焊后由于快速冷却产生较大的温差应力。现场制造的监检中，监检人员应当督促并经常抽查这三个方面热过程的控制情况。

3) 电流种类和极性，对于常用的焊接方法均为补加因素，直接影响到冲击韧性。部分对于缺口敏感性较大的材料采用焊条电弧焊时，为获得较高的韧性，经过实验验证，采用直流电比较理想，但是脱渣和成形难度加大。而焊工在现场为了方便清渣并获得较好的成形，往往会私自改为交流焊接。电流极性也有类似的影响。

4) 焊接线能量，对于常用的焊接方法均为补加因素。在 WPS 中规定线能量的控制方法应使焊工能够理解他该做什么可以保持在线能量评定合格的范围内。WPS 中规定一个宽泛的电压、电流和焊接速度，并限制“线能量不得超过 20KJ/cm”通常是不够的，除非焊工带着计算器、秒表，并且知道如何利用电压、电流和焊接速度的公式计算线能量。如果 WPS 中仅简单规定最大线能量，监检人员应该要求焊工证实具备在他所用的电流下确定最小焊接速度的能力。常用的表述线能量控制的方法是规定电流、电压范围和在最大电压和电流值时最小的焊接速度，这样就不超过评定合格的线能量。有时采用一套参数表，随着最小焊接速度的变化，电流按比例变化。还有其他的方法和格式，不过，不管采用哪种方法或格式，WPS 允许的参数不能超过评定合格的线能量，取决于任一组电压、电流和焊接速度，电压最大值×电流最大值×60÷最小焊接速度，所得结果与评定合格的线能量相比较。另一种可以接受的控制线能量方式是控制焊道尺寸。选用这种方法时，要控制焊道宽度和厚度，焊道宽度×厚度不得超过评定合格的焊道宽度×厚度。对于 SMAW，控制线能量最简便的方法是控制每根焊条熔敷的焊道长度。既然消耗了一定的能量（瓦特、焦耳等）来熔化特定长度的焊条，线能量就取决于每根焊条熔敷的焊道长度，即，给定长度的焊条熔敷出 50mm 长的焊道，较之熔敷出 100mm 长的焊道，热输入就翻倍了。采用这种方法，PQR 中应记录每根焊条熔敷的实际焊道长度（如每根 180mm 长焊条熔敷 100mm 长焊道），WPS 应规定每根焊条熔敷的最小焊道长度（如每根 150mm 长焊条最少熔敷 50 长焊道），这样就不超过单根焊条的线能量。

5) 气体保护焊的气体种类或组分，对于常用气体保护焊来说是重要因素，监检人员应当核实。现场制造时施焊条件恶劣，通常不推荐采用气体保护焊。如果采用，除了关注保护气体外，还应当核实现场的防风措施。

【6.4.3.3 返修过程控制】

基本与 TSG 21 的规定相同，增加了关于特殊材料超次返修的控制规定。

【6.4.4 产品焊接试件监检】

【6.4.4.1 产品焊接试件制备】

细化了 TSG 21 规定的焊接产品焊接试件的制备过程（A 类）监检的内容：试件材料、焊接材料、

焊接工艺参数（对于球罐，尤其要关注焊接试验件的数量和焊接位置）

当要求产品焊接试件与产品同时进行热处理时，规定监检人员应当检查产品焊接试件的摆放位置（B类）。

对于在产品焊接试件上标注监检标记的方式，检验机构应结合实际形成统一规定。

【6.4.4.2 试验结果和试样】

对于现场制造压力容器，监检人员应当对照相关标准现场检查产品焊接试件的试样（B类），重点关注：试样的数量、加工尺寸和精度、试样的标记与试验报告的符合性等。

另见第 6.4.2 条的说明。

【6.5 NDE 的监检】

【6.5.1 NDE 过程】

具体规定了监检人员在受检单位开始 NDE 工作之前对于 NDE 人员管理情况监检的内容，这是一个 A 类监检项目。现场制造压力容器的 NDE，以分包的居多。而制造单位对于分包方工作的控制力度又参差不齐，监检人员仅审查记录、报告和射线底片是不够的。本标准要求“监检人员应当对焊接接头的 NDE 过程进行现场检查，并抽查见证部分对接接头的射线和/或超声检测过程（B类）。”核实检测人员、NDE 设备及其状态是否与提交审查的文件一致，以及操作过程是否符合 NDE 操作指导书的规定。至于抽查的数量，由检验机构和监检人员根据受检单位和产品的具体情况确定。

需要注意的是，本条并非仅仅针对分包方的 NDE 过程抽查。这是因为制造现场远离母体组织，即便由受检单位自行承担 NDE 工作，也应该强化对其监检的重视程度。

【6.5.2 记录与报告】

与 TSG 21 基本相同，仅按照 TSG Z0004 增加了对于分包方的控制内容。

【6.5.3 射线底片】

【6.5.4 衍射时差法超声波检测（TOFD）的专项监检】

新增内容。

在现场制造时，采用 TOFD 相对于射线检测有很多优势，比如：不存在辐射风险，效率高，不需要建设专用的曝光间等。但是对于 TOFD 的监检又是行业的短板，在 TSG 21 中仅规定监检人员审查 TOFD 报告和记录。由于 TOFD 代替了 RT，而对于 RT 的监检是比较成熟的，为了达到与 RT 基本相当的监检水平，并考虑到 TOFD 的广泛应用，本标准提出专项监检要求：抽查部分 TOFD 图谱，并规定了图谱审查的内容；当监检人员对受检单位提供的 TOFD 图谱有怀疑时，应当现场见证对该图谱对应部位进行 TOFD 复测（A类），验证图谱的一致性和准确性。当设计文件等规定进行 TOFD 与 RT 检测结果的比对时，审查该比对焊缝的 RT 底片与 TOFD 图谱相互验证的可靠性。如果发现比对结果失真或者不具有 consistency，应当要求受检单位进行合理的改进，并对其他采用 TOFD 检测的焊缝采取必要的措施（比如全部改为 RT）。

监检人员也要注意审查对 TOFD 底面和表面盲区进行检测的其他检测方法的报告与 TOFD 检测工艺的符合性。

检验机构为了适应这些要求，应加大对于监检人员的专项培训，当然，这并非强制要求监检人员获取 TOFD 的检测资格。

【6.6 外观与几何尺寸监检】

本条对 TSG 21 的要求进行了细化：

1) 规定对于每一台现场制造的压力容器，都要“对压力容器内、外部进行宏观检查”，这是一次“全面的”检查，要求监检人员抽查见证受检单位的检验人员进行检查。当然，受检单位的检验人员应当事先检验合格，才能通知监检人员进行该项检查。

2) 在 TSG 21 的规定之外，增加了下述检查内容：

- ① 抽查整体焊后的尺寸，对于球罐，包括棱角度、内直径和支柱的垂直度；对于圆筒型容器，按照相应的产品标准和设计文件执行；
- ② 抽查焊接接头的外观质量（含咬边），焊缝表面是否与母材表面平齐或者圆滑过渡，对于按疲劳分析设计的压力容器，还应当重点检查纵、环焊缝的余高是否按规定予以去除；
- ③ 抽查存在错边的焊接接头是否按规定进行了圆滑过渡；
- ④ 抽查容器直径、开孔接管的方位及外伸高度等尺寸；
- ⑤ 抽查内外部预焊件的数量、方位及其焊接质量。

【6.7 热处理监检】

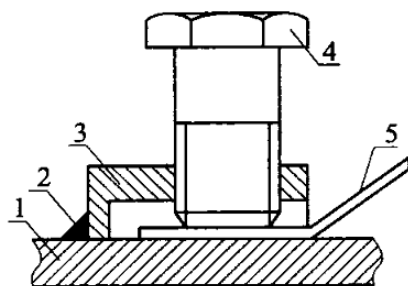
【6.7.1 现场热处理】

本条对 TSG 21 的原则要求进行了细化：

1) 将现场热处理的监检拆分成热处理之前、之中和之后三个环节；

2) 现场热处理之前，要求监检人员核实压力容器是否具备热处理的条件、对照方案检查热处理的准备情况，热电偶的监检情况，并实地检查热电偶；

GB 50094 规定，球罐热处理时，热电偶可以采用电容储能焊或者螺栓固定在球壳外表面上，见图 S3。



1—球壳板 2—点焊缝 3—开槽螺母 4—螺栓 5—热电偶

图S3 测温热电偶螺栓固定方法示意图

3) 现场热处理过程中，规定除了检查热处理过程中温度数据采集及其记录（B类）之外，对于现场炉外热处理，还应当抽查抽查低温区温度补偿措施的落实（B类）。另见 7.2.3 条的说明；

4) 现场热处理之后，规定审查热处理记录、报告之外，对于球罐炉外整体热处理，还应当见证检查热处理后柱脚处理是否符合有关施工标准的规定（A类）。

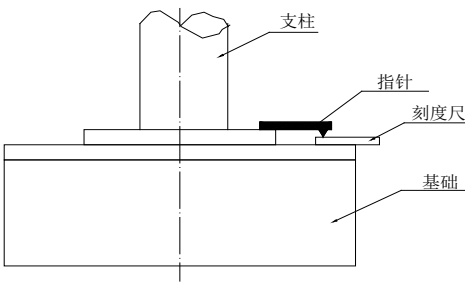
GB 50094—2010, 8.5.3 规定：热处理后应当测量并调整支柱垂直度和拉杆挠度。测量装置见图 S4。

【6.7.2 热处理后的焊接返修】

【6.7.3 热处理试件】

与 TSG 21 基本相同，变化在于强调监检人员必须现场检查试验后的试样（B类）。

另见第 6.4.2 条的说明。



图S4 支柱位移测量装置示意图

【6.8 耐压试验与泄漏试验监检】

【6.8.1 监检时机】

【6.8.2 耐压试验监检（A类）】

结合现场制造的产品特点，增加了“对于球罐和大型塔器的液压或气液组合试验，还应当择机见证基础沉降的观测”的要求。

本标准所称的大型塔器是指塔壳高度 $H \geq 30\text{m}$ 或者塔壳高度与平均直径的比值 $H/D \geq 15$ 的塔式容器。

【6.8.3 泄漏试验监检】

对 TSG 21 有关泄漏试验的监检要求做了进一步明确：对于设计文件注明介质毒性程度为极度、高度危害或者图样注明不允许有微量泄漏的压力容器，现场抽查一部分焊缝和密封面处是否有泄漏（B类）；其他容器的监检类别由监检人员确定。

【6.9 竣工资料、产品铭牌、监检标志与监检证书】

【6.9.1 竣工资料审查（C类）】

【6.9.2 产品铭牌的检查（B类）】

【6.9.3 监检钢印】

【6.9.4 监检证书】